

ОБ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМ ИЗЛУЧЕНИИ ВОЗНИКАЮЩЕМ ПРИ ГОРЕНИИ СЕРОУГЛЕРОДА НА ВОЗДУХЕ

Печень Т.М.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь, tanya.7p@gmail.com

The article is supposed to give the knowledge about ultraviolet (UV) radiation occurring at burning of carbon disulfide in air. Spectrum of flame of carbon disulfide occupies generally in over the UV range.

Введение

Существует множество различных источников ультрафиолетового излучения (УФИ) как естественных, так и искусственных. В разрезе проблематики, связанной с возникновением опасных чрезвычайных ситуаций, особо можно выделить случай процесса горения сероуглерода на воздухе, спектр пламени которого лежит в области УФ диапазона длин волн.

Ультрафиолетовое излучение (УФИ) – электромагнитное излучение оптического диапазона с длиной волны (λ) от 200 до 400 нм. Для организма человека УФИ играет двойственную роль. С одной стороны его недостаток ведет к снижению нормального уровня функционирования организма. Это обусловлено тем, что УФ лучи стимулируют основные биологические процессы. Однако переоблучение УФИ является опасным для человека. УФ лучи негативно воздействуют в первую очередь на органы зрения и кожу. УФ диапазон с точки зрения оказываемого биологического действия принята разделять на три области:

1. УФИ-А – длинноволновое (ближнее, мягкое) излучение с $\lambda = 315 \dots 400$ нм;
2. УФИ-В – средневолновое (эритемное) излучение с $\lambda = 280 \dots 315$ нм;
3. УФИ-С – коротковолновое (бактерицидное, жесткое) излучение с $\lambda = 200 \dots 280$ нм.

Следует отметить, что УФИ-А свободно проходит через роговицу, но задерживается хрусталиком, хотя некоторое количество УФИ-А достигает сетчатки. УФИ-В поглощается роговицей, и лишь небольшая часть лучей достигает хрусталика.

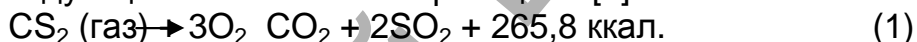
Кроме того, на основании экспериментальных исследований с учетом возможного биологического эффекта от УФ-облучения в каждом диапазоне определена величина длины волны УФИ (условное обозначение – λ_{\max}), при воздействии которой отмечается максимальный эффект того или иного воздействия УФ-облучения. Такими характерными особенностями или эффектами биологического воздействия УФИ на организм являются загарный и эритемный эффект, воспаление роговой оболочки глаза (кератит), развитие конъюнктивита (воспаление слизистых оболочек глаза), бактерицидное действие и др. Например, для излучения в диапазоне УФИ-С максимальное проявление бактерицидного действия УФИ отмечается при $\lambda_{\max} = 265$ нм, эритемное действие в большей степени проявляется при $\lambda_{\max} = 297$ нм, а загарное наиболее выражено, когда в потоке преобладает излучение с длиной волны равной 365 нм.

Таким образом, при возникновении негативного УФИ из-за возгорания сероуглерода люди, находящиеся на недопустимо близком расстоянии к источнику излучения могут приобрести серьезные травмы органов зрения и кожных покровов.

Основная часть

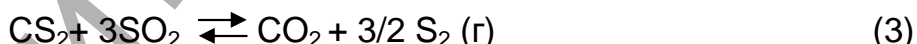
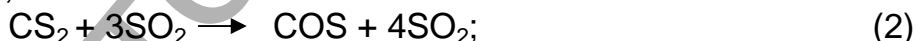
В Республике Беларусь наиболее известными предприятиями в вискозной промышленности являются ОАО «Светлогорскхимволокно», ОАО «Могилевхимволокно», ПТК «Химволокно» ОАО «Гродно Азот». На этих предприятиях в технологических процессах используются сероуглерод. Это опасное и сильнодействующее ядовитое вещество [1]. Недолжное обращение с сероуглеродом может привести к возникновению опасной чрезвычайной ситуации.

Рассмотрим химические свойства сероуглерода и реакции, протекающие с его участием для того, чтобы проанализировать особенности протекания процесса воспламенения. Сероуглерод является основным химическим продуктом, используемым в промышленности искусственных волокон, ядохимикатов для сельского хозяйства и других. Сероуглерод (химическая формула CS_2) представляет собой тяжелую бесцветную жидкость. Процесс горения на воздухе сопровождается следующей окислительной реакцией [2]



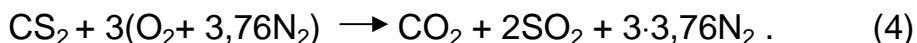
Если в ходе протекания данной реакции недостаточно воздуха, то продуктами горения будут являться угарный газ (CO), сероокись углерода (COS) и пары серы. Следует подчеркнуть, что реакции горения сероуглерода имеют цепной характер. Указанная особенность свидетельствует о следующих фактах:

- при нагревании сероуглерод взаимодействует с триоксидом серы и в результате образуется сероокись углерода (2);
- без катализатора реакция сероуглерода с диоксидом серы протекает довольно медленно (3);



На протекание цепных реакций оказывают влияние следующие факторы: температура, давление, объем газов, наличие примесей.

Чаще всего в условиях пожара процесс горения протекает не в среде чистого кислорода, а в воздухе. Как известно в состав воздуха входят следующие компоненты: азот (78 %), кислород (21 %), окислы азота, углекислый газ, инертные и другие газы (1%). Как правило, для расчетов принимают содержание в воздухе азота – 79 %, а кислорода – 21 %. В этом случае на один объем кислорода приходится 3,76 объемов азота. Согласно закону Авогадро молекулярный состав воздуха ($\text{O}_2 + 3,76\text{N}_2$). С учетом отмеченного необходимо переписать уравнение процесса горения (1) следующим образом:



В целом сероуглерод можно рассматривать как тиоангидрид тритиоугольной кислоты, а также его можно считать производным веществом от метана с учетом того, что атомы водорода замещены серой. Именно по этой причине по классификации сероуглерод занимает промежуточное положение между органическими и неорганическими веществами.

Сероуглерод, как было отмечено выше, относится к опасным и сильнодействующим ядовитым веществам. Хранение сероуглерода должно быть обеспечено на специальных складах в стальных емкостях объемом от 50 до 100 м³ под слоем воды. По этой причине на производствах сероуглерода предусматриваются 2 вида складов: 1 – склад сероуглерода-сырца, рассчитанный на 5–ти суточный запас; 2 – склад сероуглерода ректификата, рассчитанный на 15–ти суточный запас [3]. Следует отметить, что на предприятиях химических волокон, на которых не производится сероуглерод, должен быть склад сероуглерода-ректификата с расчетом на 15–ти суточный запас по мощности газоочистных сооружений. Все выше перечисленные требования к хранению сероуглерода на специальных складских помещениях позволяют сделать вывод о том, что действительно существует риск возникновения чрезвычайной ситуации в результате возгорания данного ядовитого вещества.

Таким образом, после рассмотрения свойств сероуглерода и особенностей его хранения следует перейти к методике расчета процесса возгорания сероуглерода на воздухе.

Расчет объема воздуха, необходимого для горения, предполагает следующие вычисления:

- 1) теоретического объема воздуха $V_B^{\text{теор}}$;
- 2) практического объема воздуха $V_B^{\text{пр}}$, затраченного на горение (с учетом коэффициента избытка воздуха).

Стехиометрическое количество воздуха в уравнении реакции горения предполагает, что при данном соотношении компонентов, участвующих в реакции горения, воздух расходуется полностью. Объем воздуха в данном случае называется теоретическим ($V_B^{\text{теор}}$).

Горение может происходить не только при стехиометрическом соотношении компонентов, но и при значительном отклонении от него. Как правило, в условиях пожара на сгорание вещества воздуха затрачивается больше, чем определяется теоретическим расчетом. Избыточный воздух ΔV_B в реакции горения не расходуется и удаляется из зоны реакции вместе с продуктами горения. Таким образом, практический объем воздуха равен

$$V_B^{\text{пр}} = V_B^{\text{теор}} + \Delta V_B, \quad (5)$$

и, следовательно, избыток воздуха будет равен

$$\Delta V_B = V_B^{\text{пр}} - V_B^{\text{теор}}. \quad (6)$$

Обычно в расчетах избыток воздуха при горении учитывается с помощью коэффициента избытка воздуха (α). Коэффициент избытка воздуха показывает, во сколько раз в зону горения поступило воздуха больше, чем это теоретически необходимо для полного сгорания вещества

$$\alpha = \frac{V_B^{\text{пр}}}{V_B^{\text{теор}}}. \quad (7)$$

Для горючих смесей стехиометрического состава (т.е. состава, соответствующего уравнению реакции горения) коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1$, при этом реальный расход воздуха равен теоретическому. В этом случае обеспечивается оптимальный режим горения.

При $\alpha > 1$ горючую смесь называют бедной по горючему компоненту, а при $\alpha < 1$ – богатой по горючему компоненту.

Избыток воздуха имеется только в смеси, бедной по горючему компоненту. Из формул (5) и (6) следует

$$\Delta V_B = V_B^{\text{теор}}(\alpha - 1). \quad (8)$$

В закрытом объеме диффузионное горение большинства горючих материалов возможно только до определенной пороговой концентрации кислорода, так называемой остаточной концентрации кислорода в продуктах горения $\varphi(\text{O}_2)^{\text{ПГ}}$. Для большинства органических веществ она составляет 12–16 % O_2 . Для некоторых веществ, в том числе для сероуглерода CS_2 горение возможно и при значительно меньшем содержании кислорода (до 5 % объемных O_2).

Таким образом, при известном содержании кислорода в продуктах горения, можно определить коэффициент избытка воздуха (коэффициент участия воздуха в горении) на реальном пожаре [4].

Согласно проведенным исследованиям, результаты которых представлены в [5], спектр пламени сероуглерода практически такой же как и спектр пламени серы, представленный на рисунке 1.

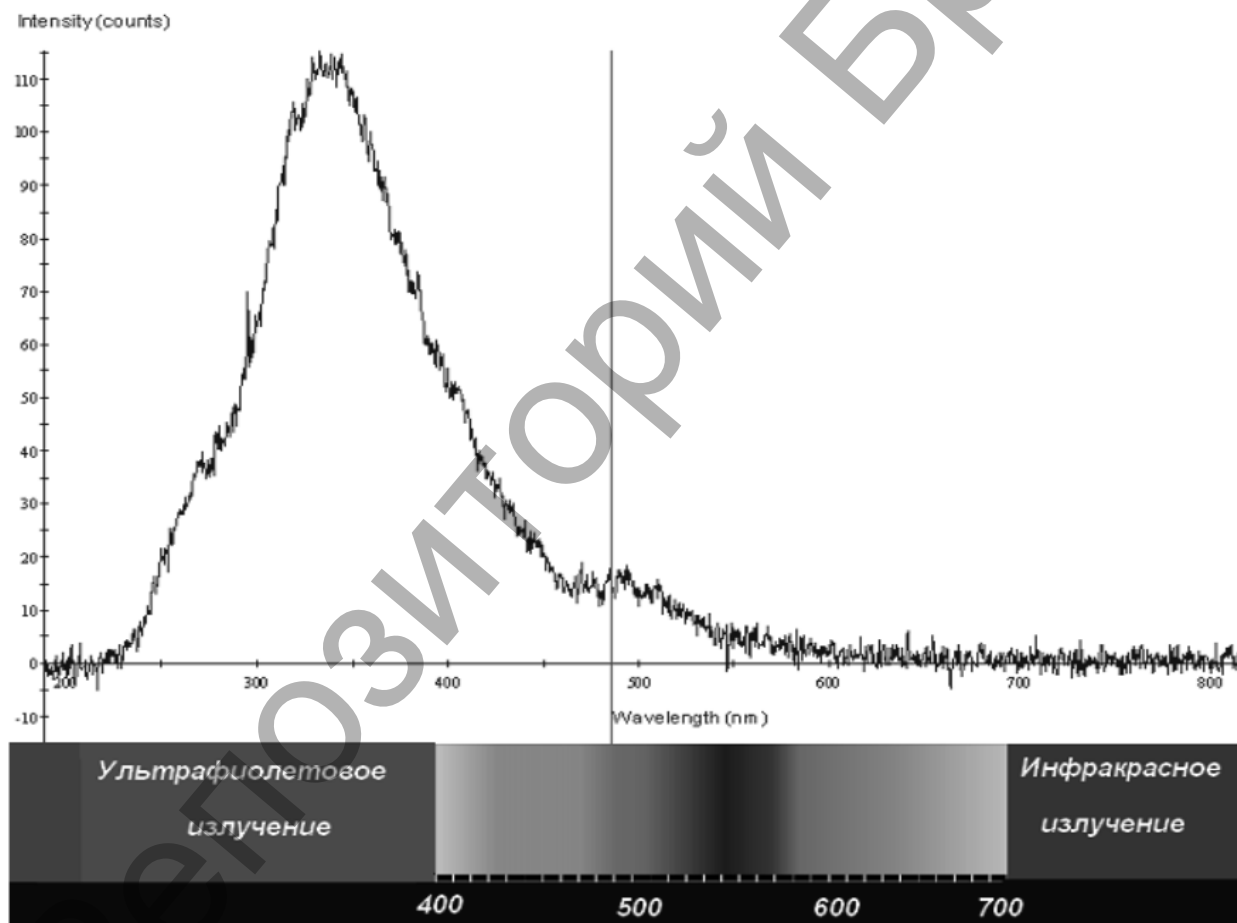


Рисунок 1 – Спектр пламени серы

Пояснения к рисунку 1: по оси абсцисс отображена длина волны излучения в нанометрах (нм), а по оси ординат – его интенсивность. Как видно из рисунка 1 максимальная интенсивность 110 дБ приходится 340 – 360 нм.

Таким образом, результаты данного экспериментального исследования свидетельствуют о том, что в процессе горения сероуглерода его пламя является источником УФИ.

Как отмечалось выше, УФИ при длительной и интенсивном облучении является опасным для здоровья человека, вследствие чего необходимо обязательно применять защитные меры [6]:

- использовать средства индивидуальной защиты (термозащитную одежду, специальные очки со светофильтрами, маски и т.д.);
- экранирование источника излучения (отражающие, поглощающие и другие экраны).

Важно отметить, что при тушении пожаров, которые возникли из-за возгорания сероуглерода, необходимо чтобы маски имели вентиляцию, иначе спасатели могут потерять сознание.

Заключение

В результате многих причин, основной из которых является нарушение правил хранения опасного сильнодействующего вещества – сероуглерода, существует большая вероятность возгорания данного вещества, что, в свою очередь, приводит к возникновению пламени, которое имеет спектр, занимающий в основном область УФИ (200...400 нм). В связи с созданием опасной чрезвычайной ситуации, необходимо учитывать и применять все способы защиты организма человека (особенно органов зрения и кожных покровов) от вредного УФИ. Исследования показывают, что использование только специальной защитной одежды, очков, щитков или масок недостаточно; необходимо ограждать источник УФИ специальными экранами (отражающими, поглощающими и др.). По этой причине, в дальнейших исследованиях, связанных с защитой организма человека от негативного УФИ, планируется провести моделирование и разработку специальных экранов, поверхность которых будет покрываться веществами, максимально поглощающими или отражающими ультрафиолетовые лучи.

Список литературы

1. Смуров, В.С. Производство сероуглерода / В.С. Смуров, Б.С. Аранович. – М. : Химия, 1966. – С. 272.
2. Пеликс, А.А. Химия и технология сероуглерода / Пеликс А.А., Аранович Б.С., Петров Е.А., Котомкина Р.В. – Л. : Химия, 1986. – С. 224.
3. Салтарович, В.М. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность / В.М. Салтарович, А.В. Дolidович, В.В. Захарченко – Минск, 2007. – С. 223.
4. Брушлинский, Н.Н. Моделирование пожаров и взрывов / Н.Н. Брушлинский, А.Я. Корольченко. – М. : Пожнаука, 2000. – С. 492.
5. Пламя сероуглерода [Электронный ресурс] // Химия и Химики № 9, 2009 С. 21 – 28. Режим доступа: [http://chemistry-chemists.com/ №7_2009/4-11.pdf](http://chemistry-chemists.com/№7_2009/4-11.pdf). – Дата доступа : 10.03.2014.
6. Бахтин, А.К. Меры безопасности при ликвидации последствий стихийных бедствий и производственных аварий / А.К. Бахтин. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – С. 287.